



Adubação nitrogenada em cultivares de batata em diferentes condições edafoclimáticas no estado de Minas Gerais-Brasil

Francis Cardoso, Atalita^{1,3}; Angélica Araújo Queiroz²; Regina Maria Quintão Lana¹; Roberta Camargos de Oliveira¹; José Magno Queiroz Luz¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro Campus Uberlândia. Rua Blanche Galassi, 150, Morada do Sol, Uberlândia, CEP 38411-104, Brasil; ²Universidade Federal de Uberlândia, Departamento de Solos e Nutrição de Plantas do Instituto de Ciências Agrárias, Campus Umuarama, Bloco 4C Av. Amazonas s/n Uberlândia, CEP 38400-734, Brasil; ³atalitacardoso@yahoo.com.br

Francis Cardoso, Atalita; Angélica Araújo Queiroz; Regina Maria Quintão Lana; Roberta Camargos de Oliveira; José Magno Queiroz Luz (2016) Adubação nitrogenada em cultivares de batata em diferentes condições edafoclimáticas no estado de Minas Gerais-Brasil. Rev. Fac. Agron. Vol 115 (2): 221-228.

A nutrição adequada na cultura da batata resulta em alta produtividade e qualidade de tubérculos e resistência à doenças e pragas. Dessa forma, objetivou-se avaliar a resposta de doses de fertilizantes nitrogenados no incremento da produtividade de tubérculos das cultivares Ágata e Atlantic em diferentes safras e condições edafoclimáticas. Os experimentos foram conduzidos nas safras da seca, em 2009, nos municípios de Serra do Salitre e São Gotardo com as cultivares Atlantic e Ágata, respectivamente. Em 2010, na safra de inverno, em Itajubá, utilizou-se a cultivar Ágata. O delineamento dos experimentos foi em blocos casualizados com cinco tratamentos que consistiram das doses: 70, 140, 210 e 280 kg ha⁻¹ de nitrogênio e tratamento controle em quatro repetições. A produtividade e classificação dos tubérculos foi baseada na massa fresca e no diâmetro dos tubérculos. A resposta à adubação nitrogenada pela batateira variou em função da região e da época de plantio. As doses crescentes não acarretaram aumento na produtividade, classificação e nos teores de sólidos solúveis dos tubérculos da cultivar Atlantic, em Serra do Salitre, região central do estado de Minas Gerais. A produtividade da cultivar Atlantic em todas as doses foi alta para esta região. Para a cultivar Ágata, no município de São Gotardo, região sul do estado de Minas Gerais, as maiores produtividades foram obtidas na safra da seca com a dose de 275,50 kg ha⁻¹ correspondendo a produção de 44,70 t ha⁻¹ de tubérculos. Em Itajubá, na região sul de Minas Gerais não houve resposta às crescentes doses da adubação nitrogenada.

Palavras-chave. *Solanum tuberosum* L., qualidade de tubérculos, nitrogênio, manejo nutricional, sustentabilidade agrícola.

Francis Cardoso, Atalita; Angélica Araújo Queiroz; Regina Maria Quintão Lana; Roberta Camargos de Oliveira; José Magno Queiroz Luz (2016) Nitrogen fertilization in potatoes cultivars at different soil and climatic conditions in Minas Gerais state Brazil. Rev. Fac. Agron. Vol 115 (2): 221-228.

Proper nutrition in potato crop results in high productivity and quality of tubers and resistance to diseases and pests. The aim of this study was to evaluate the nitrogen fertilizer rates effect on tuber yield of Agata and Atlantic cultivars potatoes, in different soil and weather conditions. The experiments were set up in the dry season in 2009, in Serra do Salitre and São Gotardo cities, the Atlantic and Agata cultivars potatoes were sown, respectively. In 2010, the Agata cultivar potato was sown in Itajubá city. The design of the experiments was randomized blocks with five treatments consisted of: 70, 140, 210 and 280 kg ha⁻¹ of nitrogen rates and treatment control in four replications. Yield and classification were calculated based on fresh matter and diameter of the tubers. The effect to nitrogen fertilization on potato was influenced by the locality and the crop season. There were no differences among the nitrogen rates regard to soluble solids of tubers for Atlantic cultivar potato sown in Serra do Salitre city. The greatest for yield tubers occurred in Serra do Salitre. The greatest average for yield occurred in the dry season at 275,50 kg ha⁻¹ nitrogen rate and achieved a tuber yield of 44.70 t ha⁻¹ to Agata cultivar in São Gotardo. There was no response to increasing doses of nitrogen rates in Itajubá city.

Key words: *Solanum tuberosum* L., tuber quality, nitrogen, nutritional management, agricultural sustainability.

Recibido: 19/08/2015

Aceptado: 22/09/2016

Disponibile on line: 15/12/2016

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUÇÃO

A batata é hoje a principal hortaliça plantada no Brasil com área de cerca de 150.000 hectares, com produção de cerca de 3,6 milhões de toneladas de tubérculos (IBGE, 2014).

A bataticultura brasileira não adota critérios técnico-científicos em relação à nutrição mineral das plantas. Para garantia de sustentabilidade no manejo correto da adubação é necessário o estabelecimento de um programa racional de recomendação de fertilizantes, considerando que a fertilização equilibrada é indispensável para obtenção de boas produtividades com alta qualidade. Torna-se necessário a adoção de práticas culturais, considerando as exigências das cultivares, níveis de fertilidade do solo, atributos físicos, microbiota e condições edafoclimáticas uma vez que, no Brasil, se cultiva batata nas quatro estações do ano em diferentes regiões.

O uso de doses acima das necessárias para o desenvolvimento pleno das culturas oneram o custo de produção, bem como aumentam os danos no meio ambiente. Porém, a aplicação de baixas doses acarretam redução na produção. Além das doses adequadas, fatores como épocas de cultivo e condições edafoclimáticas, também podem afetar a fisiologia do desenvolvimento das plantas (Quadros et al., 2009).

A demanda relativa de fertilizantes pela batateira é a maior dentre as culturas comercialmente cultivadas no Brasil. A utilização destes é um fator preponderante para se conseguir altas produtividades. Assim, no cultivo da batata em sistemas intensivos, normalmente são utilizadas altas doses de fertilizantes químicos. No entanto, a resposta da cultura da batata a altas doses de nitrogênio (N) varia com a região, época de plantio, cultivares e teor de nutrientes no solo. (Cogo et al., 2006).

A adubação nitrogenada é imprescindível para obtenção de alta produtividade e qualidade de tubérculos de batata, uma vez que este nutriente participa de uma série de rotas metabólicas essenciais para o desenvolvimento das plantas (Sangoi et al., 2007). Aplicado em excesso promove o prolongamento do período vegetativo produzindo maior quantidade de folhas, acarretando atraso na tuberização e reduzindo a quantidade de massa seca nos tubérculos (Phillips et al. 2004; Silva et al., 2007).

Altas doses de nitrogênio também levam à perdas por lixiviação e volatilização principalmente em solos com baixa capacidade de troca catiônica, implicando em contaminação dos lençóis freáticos e atmosfera.

Neste contexto objetivou-se avaliar a resposta da batateira à adubação nitrogenada em diferentes regiões e cultivares, nas safras da seca e de inverno visando obter altas produtividades e redução dos passivos ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na safra da seca em 2009, nos municípios de São Gotardo e Serra do Salitre, na região central do estado de Minas Gerais, localizados a 1055m e 1246,7 m de altitude, 46° 02' 56" e 46° 41' 23" de longitude Oeste e 19° 18' 40" e 19° 06' 41" de latitude Sul, com as cultivares Ágata e Atlantic, respectivamente. Na safra de inverno em 2010, o experimento foi conduzido em Itajubá-MG, na região sul de Minas Gerais, localizado a 851,7 m de altitude, 45° 27' 10" de longitude Oeste e 22° 25' 32" de latitude Sul, com a cultivar Ágata.

A safra da seca correspondeu aos meses de dezembro à março caracterizada por um período de chuva inicial e um período prolongado de seca. Já a safra de inverno correspondeu aos meses de agosto à novembro caracterizada por baixo índice pluviométrico (Tabela 1).

A distribuição de precipitação durante o período da condução dos experimentos encontra-se na Tabela 1.

Foram realizadas as amostragens do solo, na camada de 0-20cm, antes do plantio nas áreas, para a caracterização química (Tabela 2).

O delineamento foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de quatro doses de nitrogênio: 70; 140; 210 e 280 kg ha⁻¹ e tratamento controle (sem aplicação de N). A fonte nitrogenada foi ureia (43% de N), sendo 20% das doses aplicadas no sulco na ocasião do plantio e o restante em cobertura na amontoa, que foi realizada trinta dias após o plantio dos tubérculos-semente. As parcelas experimentais foram compostas por 6 linhas com 6m de comprimento, espaçadas em 0,75cm, caracterizando uma área total de 27m² por parcela. As avaliações foram efetuadas nas duas linhas centrais, desprezando-se 1m na bordadura nas extremidades, caracterizando a área útil de 6m².

Tabela 1. Distribuição de precipitação de chuvas (P) e temperaturas máximas (T_{máx}) e mínimas (T_{mín}) das regiões em estudo. Fonte: INMET (2015).

Serra do Salitre				São Gotardo				Itajubá			
	P	Tmín	Tmáx		P	Tmín	Tmáx		P	Tmín	Tmáx
	mm	°C			mm	°C			mm	°C	
Dez	343,20	20,07	23,58	Dez	516,2	17,97	27,34	Ago	0, 00	8,55	27,46
Jan	242,9	19,87	30,08	Jan	203,2	18,38	29,04	Set	44,00	13,04	28,32
Fev	172,6	20,04	30,39	Fev	188,29	18,05	29,58	Out	11 0,70	14,29	28,35
Mar	144,3	20,35	31,05	Mar	193,50	18,14	29,72	Nov	136,30	16,82	28,04

Tabela 2. Análise de solo da camada de 0-20cm nos municípios São Gotardo, Serra do Salitre e Itajubá. P e K- Extrator Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L⁻¹; + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹); Ca, Mg e Al – Extrator KCl 1 mol L⁻¹; T-CTC potencial (pH 7,0); V- saturação por bases; MO (matéria orgânica – método colorimétrico) (Embrapa, 2011).

	pH água (1:2,5)	P mg dm ⁻³	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	T cmol _c dm ⁻³	SB	MO g dm ⁻³	V %
São Gotardo	5,5	25	0,29	4,5	0,8	0,1	10,93	5,6	17	66
Serra do Salitre	5,6	164	0,44	3,0	0,5	0,1	7,34	3,94	30	60
Itajubá	6,0	48	0,3	4,1	0,2	0,1	9,0	6,3	32	54

Aplicou-se na área total uma adubação básica de 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples e 300 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio de acordo com a recomendação da Comissão de fertilidade dos solos de Minas Gerais (Ribeiro, 1999). Adicionalmente, foi aplicada uma fonte de nutrientes composta por 2,7% de Ca, 8,2% de S, 12% de Zn e 6% de B.

Na ocasião da colheita dos tubérculos, realizada aos 97 e 110 dias após o plantio, para as cultivares Ágata e Atlantic, respectivamente, estes, foram classificados e calculados a produtividade. A classificação para a cultivar Ágata foi feita de acordo com o padrão de comercialização, baseado no diâmetro transversal dos tubérculos. Já, para a cultivar Atlantic foi considerado o padrão utilizado nas indústrias processadoras (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Padrão de classificação para a cultivar da batata Ágata. Fonte: Faep (2015).

Tipos	Diâmetro transversal
I	>70mm
II	>42-70mm
III	>33-42mm
IV	< 33mm
Descarte	Tubérculos podres, verdes, com nematoides, danos mecânicos, etc.

Tabela 4. Padrão de classificação para a cultivar da batata Atlantic. Fonte: Faep (2015).

Tipos	Diâmetro transversal
Extra	Tubérculos de maior tamanho
Miúda	Tubérculos de menor tamanho (<33 mm)
Boneca	Tubérculos desuniformes (formas com extremos pronunciados, com curvaturas ou protuberâncias)
Descarte	Tubérculos podres, verdes, com nematoides, danos mecânicos, etc.

Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliar diferenças entre as variáveis avaliadas. Para a comparação das médias, aplicou-se o teste de F, a 5%

e estas foram submetidas à análise de regressão polinomial. Foi utilizado o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No município de Serra do Salitre onde se utilizou a cultivar Atlantic, as doses não influenciaram a classificação e a produtividade dos tubérculos (Tabela 5).

Tabela 5. Produtividade total e classificação dos tubérculos, cultivar Atlantic, em função das doses de nitrogênio em Serra do Salitre. Os valores encontrados não diferem entre si pelo teste F a 0,05 de significância.

	Total	Extra	Miúda	Boneca	Descarte
	t ha ⁻¹				
0	35,7	29,0	3,1	0,7	2,9
70	35,0	29,0	3,1	0,5	2,4
140	34,3	28,8	2,9	0,3	2,3
210	37,0	31,7	2,0	0,6	2,7
280	30,7	27,0	2,6	0,2	2,9
CV%	7,96	12,98	38,0	54,0	41,0

A produtividade total variou de 30 a 37 t ha⁻¹ e nas classes Extra, Miúda e Descarte, respectivamente, variaram de 27 a 31,7; 2 a 3,1 e 2,3 a 2,9 t ha⁻¹. A produtividade foi alta para região e encontra-se acima da média brasileira (Tabela 5). Resultados semelhantes foram encontrados para a mesma cultivar e região por Gonçalves et al. (2008) que constataram uma produtividade total de 30, 72 t ha⁻¹. O solo apresenta alto teor de fósforo e potássio e uma capacidade de troca catiônica média, o que caracteriza como sendo de alta fertilidade. A saturação por bases e matéria orgânica desta região está relativamente adequada, e é devida à matéria orgânica, considerando que as argilas desta região são sesquioxídicas, de baixa atividade.

As doses crescentes de nitrogênio não acarretaram aumento na produtividade provavelmente devido aos níveis adequados já existentes no solo. A mineralização da matéria orgânica provavelmente forneceu o N extraído pela batateira durante as fases de maior demanda. Isto implica que a aplicação do

fertilizante nitrogenado nos níveis mais elevados podem acarretar lixiviação para subsuperfície, promovendo contaminação do lençol freático, bem como, um maior custo de produção com a aplicação de fertilizante. As formas nitrogenadas NO_3^- e NH_4^+ , que são as formas absorvidas pelas plantas podem ser perdidas por lixiviação e volatilização, respectivamente nestes solos, devido às características de solo e precipitação concentrada em curto período. Lorensini et al. (2012) estudando as perdas de N por volatilização e lixiviação do N mineral em solo cultivado com videira, submetida à crescentes doses adubação nitrogenada, verificaram maiores perdas de amônia nas doses mais elevadas de nitrogênio. Bologna et al. (2006) afirmaram que perdas por volatilização podem levar a queda da fertilidade do solo e até mesmo a contaminação do lençol freático.

De acordo com a recomendação feita por Fontes (1999), as doses de fertilizantes utilizadas na cultura da batateira variam entre: 60 a 250 kg ha^{-1} de N, de 100 a 850 kg ha^{-1} P_2O_5 , e de 50 a 400 kg ha^{-1} de K_2O . Já, Filgueira (2008), recomenda 120 a 200 kg ha^{-1} de N, de 300 a 500 kg ha^{-1} de P_2O_5 e de 80 a 200 kg ha^{-1} de K_2O , para regiões, onde não haja dados experimentais ou observações específicas. Essas recomendações são empíricas, não considerando as particularidades de cada solo, condições climáticas e características de cada cultivar. De acordo com dados do Cepea (2014), os gastos com fertilizantes representam 12% do custo de produção da batata em Minas Gerais. Para aumento da eficiência da adubação nitrogenada na cultura da batata é imprescindível que seja feita a calibração e correlação da quantidade das doses com fatores importantes como condições edafoclimáticas da região, cultivar e safra de plantio. Assim, a recomendação de doses depende de vários fatores, dos quais destacam-se o nível de produtividade, cultivar, população, nível do nutriente no solo, tipo de solo, clima, irrigação e eficiência do fertilizante (Lung, 2006).

As crescentes doses nitrogenadas também não influenciaram os teores de sólidos solúveis que apresentaram valores de 15,6 a 16,3 % (Figura 1).

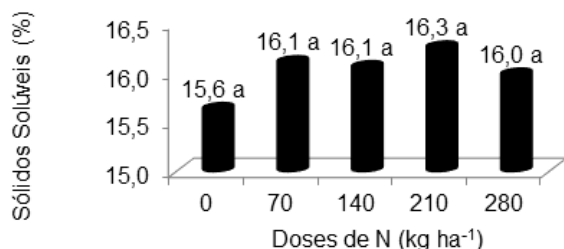


Figura 1. Teores de sólidos solúveis totais dos tubérculos da cultivar Atlantic, em função das doses nitrogenadas.

Em outros estudos com a cultivar Atlantic, foram encontrados maiores teores de sólidos solúveis com a aplicação de 280 kg ha^{-1} de N (Braun et al. 2011). Esta

dose refere-se à dose máxima testada neste experimento, a qual não se diferiu dos demais tratamentos. As diferenças de resposta da adubação nitrogenada nos teores varia em função do tipo de solo, época de plantio e condições climáticas. A relação nitrogênio e potássio (K) pode interferir nos teores de sólidos solúveis, sendo que o nitrogênio em excesso pode acarretar na redução nestes teores. O potássio é o nutriente responsável pela translocação de solutos e síntese de amido na batateira. Neste experimento, os teores de potássio no solo já estavam adequados e com a adição de uma adubação básica correspondente à 300 kg ha^{-1} de potássio, provavelmente evitou o efeito negativo das elevadas doses de nitrogênio.

O N e o K são os nutrientes mais extraídos pela cultura da batata, sendo que a resposta ao K depende, em grande parte da adubação nitrogenada. A adubação com altas doses de nitrogênio exigem altas doses de potássio. O K é o nutriente mais absorvido em quantidade pela batateira sendo necessário para translocação de açúcares, síntese de amido e para a obtenção de elevadas produtividades e de alta qualidade. No entanto, as doses bem como a época de aplicação dos nutrientes devem ser precisas.

Enquanto o N está associado, principalmente, com a síntese de proteínas e clorofila, o K é o principal regulador iônico, afetando, dentre outros processos, a ativação das enzimas, o transporte de solutos, os tropismos e a abertura e fechamento dos estômatos. Isso significa que esses dois nutrientes concentram-se em órgãos com elevada atividade metabólica, a qual está associada com o crescimento, a diferenciação dos órgãos e/ou com mecanismos de regulação (Shabala, 2003; Greenwood & Stone, 1998). O excesso de nitrogênio prolonga o ciclo de crescimento e desenvolvimento da cultura e reduz a gravidade específica dos tubérculos, favorecendo o escurecimento e a maior retenção de gordura nos chips (Stark et al., 2003).

Para cultivar Ágata na safra das águas de 2009, em São Gotardo foi verificada resposta positiva às doses de N apresentando modelo de ajuste quadrático para a produtividade total (Figura 2).

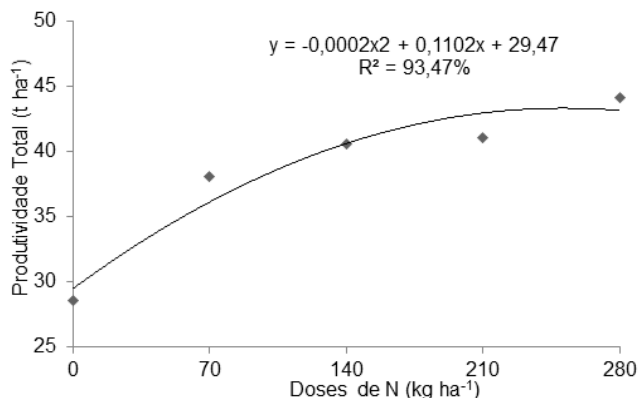


Figura 2. Produtividade total dos tubérculos da cultivar Atlantic, em função das doses nitrogenadas em São Gotardo.

Na aplicação de 275,50 kg ha⁻¹ de N obteve-se uma produção máxima de 44,70 t ha⁻¹, que representa uma redução de 25% na dose recomendada para a cultura, ou seja, a aplicação de 210 kg ha⁻¹ de N, implica na redução de 2,1% na produtividade total. Coelho et al. (2010) verificaram que a dose de 289 kg ha⁻¹ foi a que proporcionou a maior produtividade na cultivar Ágata. Já Oetzer et al. (2009) com a mesma cultivar obteve máxima produtividade na dose de 300 kg ha⁻¹. Feltran & Lemos (2005) encontraram máxima produtividade de tubérculos na cultivar Ágata de aproximadamente 40,35 t ha⁻¹, valor inferior ao obtido no presente experimento, fato que se deve possivelmente às condições físico-químicas do solo que apresentava baixos teores de nutrientes, diferente das condições do solo do presente estudo.

De acordo com os resultados obtidos na análise química de solo, em São Gotardo, nota-se que o mesmo caracterizou-se como sendo de alta fertilidade, com quantidades de nutrientes e demais atributos adequados. Isto pode explicar a resposta obtida neste experimento, uma vez que o residual dos nutrientes do solo possibilitou obtenção de altas produtividades mesmo sem aplicação do fertilizante. Este resultado reforça a necessidade de calibração e correlação de doses de fertilizantes para cada região.

Segundo Braun et al. (2011) os valores exportados pelos tubérculos das cultivares Ágata e Atlantic foram de 87,07 e 122,80 kg ha⁻¹, respectivamente, portanto em solos férteis doses acima de tais valores são desnecessários por exceder a capacidade de captação das plantas, podendo o restante permanecer no solo para cultivos subsequentes ou serem perdidos em processos dinâmicos como a lixiviação, volatilização e complexação. Em caso de perdas, os nutrientes podem se deslocar para mananciais, córregos e lençóis freáticos, o que gera forte problema de contaminação ambiental.

Oliveira (2000) salientou que o uso de doses elevadas de nitrogênio podem refletir em perda deste nutriente. O mesmos autores utilizaram uma dose de 300 kg ha⁻¹ na batateira e houve extração em torno de 100 kg ha⁻¹. Esta diferença entre aplicação e extração de fertilizante pode acarretar efeito residual para cultivos subsequentes ou se tornar "passivo ambiental" e perdido em mananciais causando contaminação do ambiente.

Em relação a classificação dos tubérculos para o Tipo I, foi verificado resposta em função das doses nitrogenadas, apresentando ajuste linear (Figura 3).

A cada kg de nitrogênio aplicado em um hectare verificou-se um aumento de 0,0019 toneladas. Vale ressaltar que a classe tipo I trata-se de uma classe desejável visto que estes são comercializados com maior valor, significando mais renda para o produtor.

Para a classificação da cultivar Ágata Tipo II foi verificado ajuste quadrático na produtividade de tubérculos com a produção máxima 20,84 t ha⁻¹ em uma dose de 162,50 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 4).

Para as demais classes, consideradas não comerciais, não foram encontradas diferenças no aumento das doses de nitrogênio (Tabela 6).

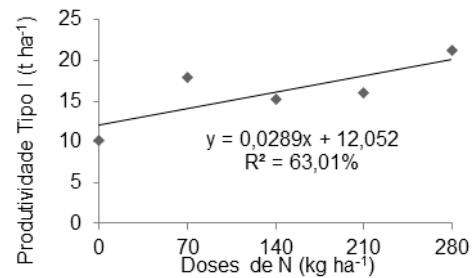


Figura 3. Produtividade de tubérculos do Tipo I em função das doses de N, em São Gotardo.

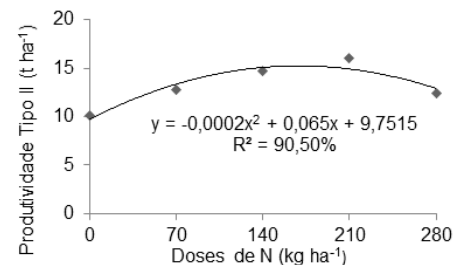


Figura 4. Produtividade de tubérculos do Tipo II em função das doses de N, em São Gotardo.

Tabela 6. Classificação dos tubérculos, cultivar Ágata, em função das doses de nitrogênio em São Gotardo. Os valores encontrados não diferem entre si pelo teste F a 0,05 de significância.

	IV	Descarte
	t ha ⁻¹	
0	1,82	1,63
70	2,44	1,82
140	2,18	1,75
210	2,34	1,79
280	2,17	1,74
Teste F	0,04	0,04
CV%	9,24	4,44

Cardoso et al. (2007) não obtiveram diferença significativa para cultivar Ágata quanto aos quatro tipos de classificação ao estudar parcelamentos e concentrações de nitrogênio e potássio. Outros autores também não verificaram resposta no aumento das doses nitrogenadas para a cultura da batata. Rybost e Charlton (2000) na avaliação da resposta da batateira às crescentes doses nitrogenada nos Estados Unidos, nos estados do Texas e Colorado não verificaram diferenças na classificação dos tubérculos. Queiroz (2013) em estudos com a cultivar de batata Ágata no município de Guarapuava, Paraná, também não observou interferência das crescentes doses no rendimento para a classificação dos tubérculos.

Já, na safra de inverno de 2010, em Itajubá, as crescentes doses de nitrogênio não influenciaram a produtividade total de tubérculos com valores de 20,2 a 28,4 t ha⁻¹, bem como, para a classificação dos tubérculos (Tabela 7).

A época de plantio, a altitude e a latitude determinam as condições agroclimáticas que prevalecerão ao longo do ciclo da cultura, para uma determinada região. As menores produtividades encontradas em Itajubá podem estar relacionadas ao fato de que culturas de alto aporte de nitrogênio como a batateira, em condições de baixa luminosidade, como nos dias de inverno, há uma tendência de acúmulo de nitrato nas folhas como resultado do consumo de luxo pelas plantas (Demsar et al., 2004).

A aplicação de doses de fertilizantes nitrogenados elevadas como as do presente trabalho certamente configuraram este comportamento, pois além de não promover incremento na produção, elevam o custo de produção. Por se tratar de uma cultura de alta demanda nutricional, os produtores muitas vezes utilizam doses altas destes fertilizantes por falta de estudos de calibração de doses específicas para cada localidade, bem como, a falta de resultados de extração de nutrientes das novas cultivares de batata. Diferenças na produtividade de tubérculos em diferentes épocas assim como, as ocorridas neste experimento em relação a cultivar Ágata, também foram observadas por Rodrigues et al. (2005), que na ausência de adubação verificaram alta produtividade, justificado pelo alto teor de nitrogênio disponível no solo. Resultados semelhantes também foram encontrados por Hagman et al. (2009). Busato et al. (2009), em trabalho realizado em Viçosa, na região da zona da Mata de Minas Gerais, com as cultivar Ágata na safra de inverno obtiveram produtividade máxima de 33,10 t ha⁻¹ com a dose de 168 kg ha⁻¹ de N utilizando o sulfato de amônio.

A maior produtividade total e classificação dos tubérculos foram observados no cultivo em São Gotardo comparativamente a produtividade em Itajubá. As amplitudes nos resultados podem ser explicadas mediante a intensidade variável da resposta devido a diversos fatores como: textura do solo, intensidade da

chuva, temperatura, rapidez da formação do sistema radicular, teor de nitrogênio disponível no solo, dose do fertilizante nitrogenado, entre outros, que aumentem a possibilidade de lixiviação e salinização do meio. Dessa forma, os resultados obtidos estão relacionados com aspectos que vão desde aspectos fisiológicos, ambientais até práticas de manejo agrônomo, todos inter-relacionados (Milagres et al., 2013).

O solo nas duas regiões onde foram cultivadas Ágata apresentaram-se com alta fertilidade. Portanto, a diferença de produtividade das diferentes classes entre as duas localidades, deve-se às condições climáticas. Em São Gotardo, os tubérculos foram semeados na safra da seca e, em Itajubá, semeada na safra de inverno. A safra da seca caracteriza-se por possuir chuvas no período inicial e um período prolongado de seca, necessitando de irrigação suplementar, assim como no plantio realizado na safra de inverno. O suprimento hídrico via chuvas ou irrigação podem ter reduzido o teor de nitrogênio no solo. Silva et al. (2011) em estudo do manejo da irrigação e práticas da adubação nitrogenada, observaram que após uma irrigação ocorre redução dos níveis de nitrogênio foliar, provavelmente devido a diminuição da quantidade de nutriente disponível na solução do solo para a absorção pela cultura da batata, que estão estreitamente relacionados com a obtenção de alta produtividade.

CONCLUSÕES

A resposta à adubação nitrogenada pela batateira variou em função da época de plantio e das condições edafoclimáticas de cada região.

As doses crescentes de nitrogênio não acarretaram aumento na produtividade, classificação e nos teores de sólidos solúveis dos tubérculos da cultivar Atlantic, em Serra do Salitre. A produtividade da cultivar em todas as doses foi alta para a região.

Para a cultivar Ágata, no município de São Gotardo, as maiores produtividades foram obtidas na safra da seca com a dose de 275,50 kg ha⁻¹ correspondendo a produção de 44,70 t ha⁻¹ de tubérculos.

Na região de Itajubá não houve resposta às crescentes doses da adubação nitrogenada.

Tabela 7. Produtividade total e classificação dos tubérculos, cultivar Ágata, em função das doses de nitrogênio em Itajubá. Os valores encontrados não diferem entre si pelo teste F a 0,05 de significância.

	Produtividade	I	II	III	IV	Descarte
	t ha ⁻¹					
0	20,48	4,13	4,39	3,94	2,70	0,18
70	27,12	9,06	4,34	3,47	2,14	0,25
140	27,70	7,73	5,07	4,01	2,21	0,81
210	21,53	6,55	4,09	2,74	2,11	0,34
280	29,99	10,97	4,29	2,46	1,62	0,36
Teste F	0,39	0,27	0,79	0,13	0,38	0,35
CV%	3,23	21,80	10,12	9,80	9,12	22,05

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Braun, H., P.C.R. Fontes, C. Busato & P.R. Cecon.** 2011. Teor e exportação de macro e micronutrientes nos tubérculos de cultivares de batata em função do nitrogênio. *Bragantia*, 70: 50-57.
- Bologna, I.R., P.C.O. Trivelin, A.C. Vitti, C.E. Faroni & H.C.J. Franco.** 2006. Lixiviação de enxofre em solo arenoso cultivado com cana-de-açúcar. In: Reunião brasileira de manejo e conservação do solo e água. Aracaju: SBCS, 16:45-46.
- Busato, C., P.C.R. Fontes & H. Braun.** 2009. Produção de tubérculos de cultivares de batata em função de doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, 27: 1284-1288.
- Cardoso, A.D., M.A.R. Alvarenga, T.L. Melo & A.E.S. Viana.** 2007. Produtividade dos tubérculos em função de diferentes doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio. *Ciência e Agrotecnologia*, 31: 1729-1736.
- Centro De Estudos Avançados De Economia Aplicada.** Custos de produção da batateira. 2014.201 Disponível em: http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/139/mat_capa.pdf. Último acesso: junho de 2015.
- Coelho, F.S., P.C.R. Fontes, M. Puiatti, J.C.L. Neves & M.C.C. Silva.** 2010. Dose de N associada à produtividade de batata e índices do estado de N na folha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 34: 1175-1183.
- Cogo, C.M., J.L. Andriolo, D.A. Bisognin, R.S. Godoi, O.C. Bortolotto & G.L. Luz.** 2006. Relação potássio-nitrogênio para o diagnóstico e manejo nutricional da cultura da batata. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41: 1781-1786.
- Demsar, J., J. Osvald & D. Vodnik.** 2004. The effect of light-dependent application of nitrate on the growth of aeroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of the American Society for Horticultural Science* 129: 570-575.
- Empresa Brasileira De Pesquisa E Pecuária (EMBRAPA).** 2011. Manual de análise de solo, Documentos 132. Rio de Janeiro: 230p.
- Federação De Agricultura Do Estado Do Paraná (FAEP).** 2015. Classificação de tubérculos para cultivares de batata. Disponível em: <http://www.faep.com.br/comissoes/frutas/cartilhas/hortalicas/batata.htm>. Último acesso: maio de 2015.
- Feltran, J.C. & L.B. Lemos.** 2005. Características agrônomicas e distúrbios fisiológicos em cultivares de batata. *Científica*, 33:106-113.
- Ferreira, D.F.** 2000. Sistema de análise de variância (Sisvar) 5.3. Lavras:UFLA, 2010.
- Filgueira, F.A.R.** 2008. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 421p.
- Fontes, P.C.R.** 1999. Batata. In: Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez V. & V. H. (Eds.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação*. Viçosa: CFSMG, 5: 179.
- Gonçalves, M.V., J.M.Q. Luz, C.R. Rodrigues & A.A. Queiroz.** 2008. Produtividade de batata cv. Atlantic sob diferentes doses de silicato de potássio via foliar. *Horticultura Brasileira* 26: 694-698.
- Greenwood, D.J & D. Stone.** 1998. Prediction and measurement of the decline in the critical-K, the maximum-K and total cation plant concentration during growth of field vegetable crops. *Annals of Botany*, 82: 871-881.
- Hagman, J.E., A. Martensson & U. Grandin.** 2009. Cultivation practices and potato cultivars suitable for organic potato production. *Potato Research* 52: 319-330.
- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística (Ibge).** 2014. Produção agrícola municipal. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201404_5.shtm. Último acesso: abril 2015.
- Instituto Nacional De Meteorologia (INMET)** 2015. Dados históricos meteorológicos 2009 e 2010. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Último acesso: jun.2015
- lung, M.C.** 2006. Fontes e doses de potássio na produtividade e qualidade de quatro cultivares de batata e em teores extraíveis em cambissolo da região de Curitiba, Paraná. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 101pp..
- Lorensini, F., C.A. Ceretta, E. Giroto, J.B. Cerini, C.R. Lourenzi, C.R. Lourenzi, L. De Conti, M.M. Trindade, G.W. De Melo & G. Brunetto.** 2012. Lixiviação e volatilização de nitrogênio em um Argissolo cultivado com videira submetida à adubação nitrogenada. *Ciência Rural* 42: 1173-1179.
- Milagres, C. C., P.C.R. Fontes, M. Puiatti & L. Silva.** 2013. Mini-tubérculos de batata semente básica produzidos sob parcelamento e doses de nitrogênio em substrato. *Horticultura Brasileira*, 31: 445-449.
- Oetzer, A., M.F.C. Scheidt, M.M. Marcondes, C.M.D.R. Farias, M.M.L. Muller & J. Kawakami.** 2009. Efeito da adubação nitrogenada no crescimento de tubérculos de plantas de batata cultivar Ágata em Guarapuava. *Horticultura Brasileira* 27: 3224-3227.
- Oliveira, C.A.S.** 2000. Potato crops growth as affected by nitrogen and plant density. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35: 939-950.
- Phillips, S.B., J.G. Warren, D.A. Keahey & G.L. Mullins.** 2004. Nitrogen management for white potato production. Virginia: Virginia Cooperative Extension. 438pp.
- Quadros, D.A. De., M.C. lung, S.M.R. Ferreira & R. J.S.De Freitas.** 2009. Composição química de tubérculos de batata para processamento, cultivados sob diferentes doses e fontes de potássio. *Ciência e Agrotecnologia de Alimentos*, 29: 316-323.
- Queiroz, L.R.M.** 2013. Tamanhos de tubérculo-semente e doses de fertilizante e gesso no crescimento e produtividade da cultura da batata. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia), UNICENTRO, Guarapuava, 55pp..
- Ribeiro, A. C., P.T.G. Guimarães & V.V.H. Alvarez (Ed.).** 1999. *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação*. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 359p.
- Rodrigues, M.A., J. Coutinho, F. Martins & M. Arrobas.** 2005. Quantitative sidedress nitrogen

recommendations for potatoes based upon crop nutritional indices. European. Journal Agronomical, 23: 79-88.

Rybost, K.A. & B.A. Charlton. 2000. Potato variety response to nitrogen fertilizer rate. 2000 Annual Report: 39-43.

Sangoi, L., A.C. Berns, M.L. Almeida, C.G. Zanim & C. Schweitzer. 2007. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. Ciência Rural, 37: 1564-1570.

Shabala, S. 2003. Regulation of potassium transport in leaves: from molecular to tissue level. Annals of Botany, 92: 627-634.

Stark, J.C., N. Olsen, G.E. Kleinkopf & S.L. Love. 2003. Tuber quality. In: Stark, J.C. & Love, S.L. (eds). Potato production systems. Aberdeen: University of Idaho. p. 329-343.

Silva, T.O., R.S.C. Menezes, H. Tiessen, E.V.S.B Sampaio, I.H. Salcedo & L.M. Silveira. 2007. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. I -Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo.Revista Brasileira Ciência Solo, 31: 39-49.

Silva, M.C.C., F.C. Coelho, H. Braun & P.C.R. Fontes. 2011. Índice SPAD em função de diferentes horários e posições no folíolo da batata sob fertilização nitrogenada SPAD.Revista Ciência Agronômica, 42: 971-977.